



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04L 12/56, 12/46	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/26380 (43) Date de publication internationale: 27 mai 1999 (27.05.99)
---	-----------	--

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02458

(22) Date de dépôt international: 18 novembre 1998 (18.11.98)

(30) Données relatives à la priorité:
97/14446 18 novembre 1997 (18.11.97) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BAVANT, Marc [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle Dépt. Protection et Conseil, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR). DELATTRE, Michel [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle Dépt. Protection et Conseil, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR). MOUEN-MAKOUA, David [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle Dépt. Protection et Conseil, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(74) Mandataire: THOMSON-CSF PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE; Dépt. Protection et Conseil, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

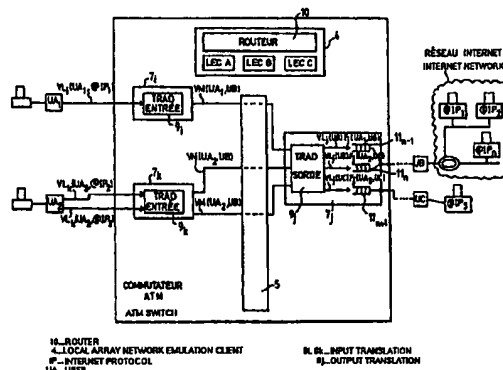
*Avec rapport de recherche internationale.**Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.*

(54) Title: METHOD FOR RELAYING IP APPLICATION FRAMES IN AN ATM SWITCH WITH DISTRIBUTED NETWORK ARCHITECTURE

(54) Titre: PROCEDE DE RELAYAGE DE TRAMES APPLICATIVES IP AU SEIN D'UN COMMUTATEUR DE RESEAU ATM A ARCHITECTURE REPARTIE

(57) Abstract

The invention concerns a method for relaying IP frames in the form of PDU application frames in an ATM switch with distributed network architecture and output memory storage comprising a management module and several input ($7i...7k$) and output ($7j$) relay sets provided with a routing emulation function for routing the IP frame between users of different LANE media and represented in each of said LANE's by its LEC router module. The method consists in offsetting the frame relaying function in the ATM layer of the relay sets by inspecting the first cell of each PDU application frame reaching an input relay set ($7i...7k$) to retrieve therefrom the intended recipient's IP address, by searching in a blank cover table ($9i...9k$) for a couple relay set (logical channel, output direction) regarding the IP address concerned and the input logical channel and by using the translation obtained for all the PDU application frame cells. The blank cover table ($9i...9k$) is updated using routing data derived from the resident emulating function in the management module (4). A request for updating the blank cover ($9i...9k$) is transmitted to the management module (4) if the sought IP address is not found therein or if the information regarding said address is obsolete. The invention is applicable to ATM communication networks.



(57) Abrégé

Le procédé concerne le relayage de trames IP sous la forme de trames applicatives PDU au sein d'un commutateur ATM à architecture répartie et mémorisation en sortie du type comportant un module de gestion et plusieurs joncteurs d'entrée (7i...7k) et de sortie (7j) disposant d'une fonction d'émulation de routage assurant le routage de trame IP entre les usagers de différents médias ELANs et représenté dans chacun de ces ELANs par son module LEC routeur. Le procédé consiste à déporter la fonction de relayage de trame dans la couche ATM des joncteurs par l'examen de la première cellule de chaque trame applicative PDU parvenant à un joncteur d'entrée (7i...7k) pour en extraire l'adresse IP du destinataire, par la recherche dans une table de cache (9i...9k) du joncteur d'un couple (Voie logique, direction sortante) en regard de l'adresse IP concernée et de la voie logique d'entrée et par l'utilisation de la traduction obtenue pour toutes les cellules de la trame applicative PDU. La table de cache (9i...9k) est mise à jour grâce à des informations de routage provenant de la fonction émulation de routage résidant dans le module de gestion (4). Une requête de mise à jour du cache (9i...9k) est transmise au module de gestion (4) si l'adresse IP recherchée ne s'y trouve pas ou si l'information en regard de cette adresse est trop ancienne. Applications: réseaux de communications ATM.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Biélorus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE DE RELAYAGE DE TRAMES APPLICATIVES IP AU SEIN D'UN
COMMUTATEUR DE RESEAU ATM A ARCHITECTURE REPARTIE.

La présente invention concerne un procédé de relayage de trames applicatives IP au sein d'un commutateur de réseau ATM à architecture répartie et mémorisation en sortie.

- 5 Les réseaux de communication connus sous l'abréviation anglo-saxonne ATM de « Asynchronous Transfer Mode » permettent la circulation de paquets de longueur fixe dénommés « cellules ATM », constitués d'un en-tête de cinq octets et d'un corps de quarante-huit octets. L'en-tête contient notamment un identificateur de voie logique, dénommé
10 champ VPI/VCI, abréviation anglo-saxonne pour « Virtual Path Identification et Virtual Channel Identifier » qui permet l'aiguillage de la cellule dans les commutateurs qu'elle rencontre sur son chemin entre l'utilisateur émetteur et l'utilisateur destinataire.

- Les applications pouvant utiliser les réseaux ATM pour la
15 communication de leurs données sont très diverses. La plupart des applications susceptibles d'utiliser les réseaux ATM ont un format propre pour leurs données : il peut s'agir, par exemple, de trames au format IP du protocole « INTERNET » ou bien de trames au format de la norme MPEG, où MPEG est l'abréviation anglo-saxonne de « Moving Picture Expert
20 Group ». L'adaptation entre le format des trames applicatives et le format des cellules ATM s'effectue dans une couche appelée couche d'adaptation, désignée sous l'abréviation AAL de « ATM Adaptation Layer », cette couche étant notamment chargée de segmenter les trames en cellules et inversement de réassembler en trames les cellules reçues du réseau.

- 25 Tout commutateur ATM met en œuvre, de la façon représentée à la figure 1a, quatre grands ensembles de fonctions, une fonction d'accès 1 à chaque port d'un commutateur ATM, une fonction de couche ATM 2, une fonction de brassage 3 et une fonction de gestion 4.

- La fonction d'accès 1 assure la conversion des cellules ATM dans
30 le format qui convient au support de transmission raccordé au dit port et réciproquement. Cette fonction permet de présenter les cellules entrantes, à la couche ATM, sous un format unique qui est indépendant du débit nominal et de la technologie optique, électrique, radio, etc. du support de transmission dont elles proviennent. Les ports d'un commutateur permettent

2

de raccorder plusieurs commutateurs entre eux mais ils permettent également de raccorder un usager des services ATM à un commutateur.

Les traitements à mettre en œuvre dans la fonction d'accès sont décrits dans une abondante littérature normative, tant de l'ANSI, que de
5 l'UIT et du Forum ATM. Les grandes classes d'interface qui sont définies dans ces documents sont :

L'interface PDH, abréviation anglo-saxonne de « Plesiochronous Digital Hierarchy », définie dans le document UIT-T G.804, G.703.

L'interface SDH, abréviation anglo-saxonne de « Synchronous
10 Digital Hierarchy », définie dans le document UIT-T G.708, etc.

L'interface SONET, abréviation anglo-saxonne de « Synchronous Optical Network », définie dans le document ANSI-T 1.105, etc.

L'interface IBM 25,6 Mbit/s définie dans le document af-phy-0040.000.

15 La fonction de couche ATM 2 regroupe plusieurs fonctions comme notamment la gestion des en-têtes de cellules, la traduction des voies logiques VPI/VCI, abréviations anglo-saxonnes de « Virtual Path Identification et Virtual Channel Identifier », le traitement de cellules de gestion OAM, abréviation anglo-saxonne de « Operations Administration
20 and Maintenance », une partie importante de la gestion des trafics connue sous l'appellation anglo-saxonne de « Traffic management », qui comprend les sous-fonctions connues sous les abréviations anglo-saxonnes UPC de « Usage Parameter Control », SCD de « Selective Cell Discard », EPD de « Early PDU Discard », cellules RM de « Resource Management », etc.

25 Les traitements à mettre en œuvre dans la fonction couche ATM sont décrits notamment dans les documents normatifs de l'UIT et du Forum ATM suivants :

- B-ISDN ATM Layer Specification [UIT-T I.361]
- B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions
30 [UIT-T I.610]
- Traffic Management Specification Version 4.0 [AF-TM 4.0]

La fonction de brassage 3 commute les cellules d'une direction d'entrée vers une ou plusieurs directions de sortie, en fonction d'indications élaborées par la couche ATM lors de la traduction de voies logiques.

3

Cette fonction est au cœur de tout commutateur ATM et elle a fait l'objet d'une abondante littérature qu'il n'est pas utile de rappeler ici. L'anneau de brassage et le réseau de brassage constituent deux types fréquents de mise en œuvre de cette fonction.

5 La fonction de gestion 4 comprend des sous-fonctions telles que : la supervision locale du commutateur (alarmes, découverte de la configuration du commutateur et de la topologie locale, gestion des versions, etc.), le dialogue avec la supervision centralisée du réseau, les dialogues nécessaires à l'établissement de circuits virtuels commutés, etc.

10 Pour une description plus détaillée de certaines de ces sous-fonctions, on se rapportera par exemple à la littérature normative du Forum ATM :

- ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification Version 4.0 (af-sig-0061.000)

15 - Private Network-Network Interface Specification Version 1.0 (af-pnni-0055.000)

- Integrated Layer Management Interface (af-ilmi-0065.000)

20 Ces différentes fonctions s'interfaçent entre elles comme indiqué ci-après. Il est à noter que la fonction de gestion se comporte exactement comme un usager si ce n'est que son raccordement à la couche ATM ne passe pas par un port externe du commutateur, et, donc, ne nécessite pas de fonction d'accès. En revanche, la fonction de gestion ne traite pas que des cellules ATM mais également des messages qu'il lui faut donc segmenter et réassembler par l'intermédiaire d'une couche d'adaptation AAL
25 qui constitue donc une fonction supplémentaire : la fonction d'adaptation.

30 Une architecture classique de commutateur consiste à répartir les fonctions sur des organes matériels distincts, éventuellement dupliqués pour permettre le secours d'un organe défaillant de même nature, et implantés dans le commutateur en nombre suffisant pour satisfaire la charge de traitements prévisible en fonction de la configuration du réseau à cet endroit. En pratique, ces organes sont des cartes à composants électroniques, réunies dans un panier, et dialoguant entre elles par un ou plusieurs bus de données aménagés en fond de panier. Ils définissent ce qui est communément appelé une « architecture répartie ».

Traditionnellement, l'architecture matérielle d'un commutateur ATM réparti distingue, comme le montre la figure 1b, trois types de modules : un module brasseur 5, un module de gestion 6 et des modules joncteurs $7_1 \dots 7_n$. Les fonctions du commutateur se distribuent sur ces différents modules avec toutefois la contrainte que les modules joncteurs traitent au moins la fonction d'accès, le module brasseur 5 la fonction de brassage et le module de gestion 6 la fonction de gestion.

Sur la figure 1b, les liens $8_1 \dots 8_n$ existant entre chaque module joncteur et le module brasseur s'appellent « jonctions brasseur ». Par ailleurs, chaque joncteur met en œuvre une fonction d'accès capable de gérer un ou plusieurs ports. Quand une cellule traverse un commutateur, elle commence par traverser un premier joncteur, dit « joncteur d'entrée » pour cette cellule, puis un second joncteur, dit « joncteur de sortie ». Comme plusieurs joncteurs d'entrée peuvent simultanément envoyer des cellules vers un même joncteur de sortie, il peut se produire un encombrement de cellules du fait du débit de sortie limité de ce joncteur de sortie. Des mécanismes de stockage et de mise en file d'attente des cellules sont alors enclenchés en attendant la résorption de l'encombrement. Ces mécanismes de stockage peuvent se trouver en entrée, en sortie, dans le brasseur ou dans plusieurs de ces éléments à la fois. On parle alors d'architecture avec « mémorisation en entrée », « mémorisation en sortie », etc.

Les usagers d'un réseau de communications peuvent envisager plusieurs modes d'échange de leurs données. Ceux-ci sont représentés schématiquement sur les figures 2a à 2f. Le mode point à point, figure 2a, met en relation deux usagers A, D exclusivement, chacun d'eux pouvant être émetteur et récepteur. Dans ce mode, tout ce qu'émet l'un des usagers est reçu par l'autre. Une variante du mode point à point consiste à spécialiser les rôles d'émetteur ou récepteur de chacun des deux usagers (communication point à point unidirectionnelle).

Le mode point à multipoint, figure 2b, met en relation plus de deux usagers, A, C, D dont l'un est exclusivement émetteur et les autres sont exclusivement récepteurs. Tout ce qui est émis par l'émetteur est reçu par tous les récepteurs.

Le mode multipoint à point, figure 2c, met également en relation plus de deux usagers, A, B, C dont l'un est exclusivement récepteur et les

5

autres sont exclusivement émetteurs. Tout ce qui est émis par l'un des émetteurs est reçu par le récepteur.

Enfin, le mode multipoint à multipoint, non représenté, met en relation au moins deux usagers, A, B, C, D chacun pouvant être émetteur et
5 récepteur. Dans ce dernier mode, tout ce qui est émis par l'un quelconque des usagers est reçu par tous les autres usagers et aussi par l'émetteur.

Les communications multipoint à multipoint et point à multipoint sont particulièrement naturelles dans le cas d'un réseau de communication à médium partagé tel que les réseaux Ethernet comme représenté
10 schématiquement figure 2e. En effet, dans ce cas, tous les usagers sont reliés à un médium unique et toutes les stations connectées A, B, C, D à ce médium reçoivent tous les messages envoyés par les autres stations. Au contraire, dans le cas d'un réseau ATM, comme représenté
15 schématiquement figure 2f la diffusion à des destinataires multiples A, B, C, D d'une cellule émise par un des usagers nécessite que le réseau engendre lui-même les copies de la cellule en question.

On appelle « connexion » toute communication selon l'un des modes définis plus haut, entre un ensemble bien défini d'usagers, cette communication étant dotée d'une liste précise d'attributs tels que :
20 paramètres de qualité de service, paramètres de trafic, etc.

La mise en œuvre au sein d'un réseau ATM de communications dans les différents modes définis ci-dessus peut être vue de plusieurs points de vue, notamment : signalisation, routage, acheminement des données et gestion des ressources.

25 En ce qui concerne les connexions point à point, les aspects de signalisation et de routage sont abondamment décrits dans les documents ([UIT-T Q.2931], [AF-SIG 4.0], [AF-PNNI1.0], [AF-IISP]) de la littérature normative.

Ils consistent à déterminer dans le réseau un chemin entre les
30 deux usagers, tel que ce chemin satisfasse aux contraintes de qualité de service et de trafic de la connexion. Le chemin est caractérisé par une liste d'artères. Chaque commutateur du chemin attribue à la connexion un numéro de voie logique relatif à l'artère d'entrée de la connexion dans le commutateur et entretient une table de traduction qui, à cet identificateur, fait
35 correspondre la direction sortante que la cellule doit emprunter et

l'identificateur de voie logique de la connexion dans le commutateur suivant. Ainsi toute cellule d'une connexion peut être aiguillée de proche en proche uniquement en consultant l'identificateur de voie logique présent dans l'en-tête de cellule et la table locale de traduction.

- 5 Dans un commutateur à architecture répartie, tel celui de la figure 1b, cette traduction peut être effectuée par la fonction de couche ATM du joncteur d'entrée. La cellule est ensuite remise au module brasseur avec une indication de la jonction brasseur de sortie vers laquelle le brasseur doit commuter la cellule. Cette indication peut être convoyée dans un en-tête
- 10 spécifique rajouté en début de cellule. Des dispositifs de traduction conformes à ce cas de figure ont été décrits par la Demanderesse, par exemple dans les demandes brevets français N° 2 670 972, 2 681 164, 2 726 669 et de la demande de brevet FR 97 07355 non encore publiée.

- Symboliquement, les connexions point à multipoint peuvent être
- 15 représentées par un « arbre » avec une « racine » représentant l'utilisateur émetteur et ses « feuilles » représentant les usagers récepteurs. La mise en œuvre de ce type de connexions est normalisée en ce qui concerne la signalisation et le routage. Il s'agit simplement de former une connexion point à multipoint en créant d'abord une connexion point à point, puis en lui greffant de nouvelles feuilles. Cette adjonction de feuilles peut se faire à
- 20 l'initiative de la racine ou bien de la feuille.

- En ce qui concerne l'acheminement des cellules, le modèle de la connexion point à point, c'est-à-dire la traduction d'entrée seule, ne peut pas toujours s'appliquer. Sur la figure 3a où les éléments homologues à ceux de
- 25 la figure 1b sont repérés avec les mêmes références, il est représenté une connexion point à multipoint. Cette connexion entre dans le commutateur par un port P1 et en sort par les ports P2, P4, P5, P7. Dans ce cas, la traduction d'entrée envisagée plus haut peut ordonner au brasseur 5 de copier chaque cellule de cette connexion vers les trois jonctions brasseurs concernées
- 30 (7_3 , 7_4 , 7_n) mais elle n'est pas capable d'indiquer les ports de sortie sur lesquels la cellule doit être envoyée. Pour ce faire, il y a lieu de rajouter cette information dans les tables de traduction et de la convoier de l'entrée jusqu'à la sortie. Par ailleurs, la voie logique de sortie dépend de chaque port de sortie et il ne peut pas être attribué une voie logique unique pour
- 35 toutes les sorties.

Pour toutes ces raisons, il est généralement préféré de faire une double traduction : une traduction d'entrée qui remplace la voie logique de la cellule par un « index de diffusion » représentatif de la connexion au sein du commutateur, puis une deuxième traduction en sortie qui traduit l'index de diffusion en une liste de couples de la forme (port, voie logique) avec les
5 recopies éventuellement nécessaires.

Les connexions multipoint à point et multipoint à multipoint ne sont pas pour l'heure traitées dans les organes de normalisation s'occupant de l'ATM. Il n'y a donc pas pour l'instant de signalisation ni de routage défini
10 pour ce type de connexions.

En termes d'acheminement des cellules, toute topologie de communication amenant des données de différentes origines géographiques à converger vers un même lien pose le problème dit d'« entrelacement des trames applicatives PDUs », PDU étant l'abréviation anglo-saxonne de
15 « Protocol Data Unit ». En effet, les trames applicatives (PDUs) étant segmentées par la couche AAL en cellules, les cellules de différentes trames arrivent entrelacées au destinataire. Pour réassembler les trames, le destinataire devrait pouvoir retrouver à quelle trame appartient chaque cellule. Or, le mécanisme de segmentation le plus couramment utilisé dans
20 les connexions UBR, mis en œuvre dans la couche d'adaptation AAL 5, ne permet pas cette identification. Il ne permet que l'identification de la dernière cellule de la trame PDU, ce qui suffit dans les modes point à point ou point à multipoint car les cellules ATM sont transmises en séquence.

En dépit de tous ces problèmes, des besoins de communications en mode multipoint à point et multipoint à multipoint existent. Ils pourraient
25 être traités théoriquement par superposition de connexions point à point ou point à multipoint. Le cas apparaît notamment dans le cadre de l'émulation de réseau local connu sous les abréviations anglo-saxonnes LAN Emulation ou LANE de « Local Array Network Emulation », où tout un mécanisme
30 sophistiqué est mis en place pour émuler un médium partagé (ELAN) au sein d'un réseau ATM [AF LANE]. A chaque usager est assignée une fonction LEC (Lan Emulation Client). L'émulateur de médium partagé permet de réaliser des communications multipoint à multipoint en utilisant le serveur connu sous l'abréviation anglo-saxonne BUS de « Broadcast or Unknown
35 Server » qui est défini dans la norme LANE, et dont l'architecture est

montrée figure 3b, qui sert à un usager pour transmettre des messages en diffusion vers tous les usagers d'un médium partagé émulé, ou vers un autre usager auquel il n'est pas encore directement raccordé. Chaque usager de l'ELAN possède une connexion point à point vers le serveur BUS et le
5 serveur BUS possède une connexion point à multipoint vers tous les usagers de l'ELAN, comme indiqué dans la figure 3b.

Un autre exemple de besoin en communications multipoint à point et multipoint à multipoint est fourni par l'émulation de routage entre réseaux locaux. Cette fonction peut notamment être mise en œuvre suivant la norme
10 connue sous l'abréviation anglo-saxonne MPOA de « Multiprotocol Over ATM » du Forum ATM qui permet d'effectuer un routage virtuel entre différents réseaux locaux émulés (ELANs) ou différents réseaux locaux virtuels (VLANs) d'un ELAN [AF MPOA]. Une autre façon d'effectuer l'émulation de routage consiste à embarquer un logiciel de routage dans
15 l'unité de gestion du commutateur ATM. Une telle fonction embarquée d'émulation de routage est désignée dans la suite par routeur virtuel. Dans ce contexte, un routeur virtuel est assimilable à un usager des différents ELANs qu'il interconnecte. A ce titre, il doit lui correspondre une fonction LEC (LEC routeur) pour chaque ELAN. Le routeur virtuel doit être mis en
20 œuvre dans un commutateur, par exemple par un processus spécifique s'exécutant dans le module de gestion, ce qui risque d'engorger ledit module lorsque les échanges entre ELANs sont suffisamment soutenus.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de relaying de
25 trames IP sous la forme de trames applicatives PDU au sein d'un commutateur ATM à architecture répartie et mémorisation en sortie comportant un module de gestion et plusieurs joncteurs d'entrée et de sortie disposant d'une fonction d'émulation de routage assurant le routage de trames IP entre les usagers de différents médias ELANs et représentée dans
30 chacun de ces ELANs par son module LEC routeur caractérisé en ce qu'il consiste à déporter la fonction de relaying de trame dans la couche ATM des joncteurs par l'examen de la première cellule de chaque trame applicative PDU parvenant à un joncteur d'entrée pour en extraire l'adresse IP du destinataire, par la recherche dans une table de cache du joncteur
35 d'un couple (Voie logique, direction sortante) en regard de l'adresse IP

concernée et de la voie logique d'entrée et par l'utilisation de la traduction obtenue pour toutes les cellules de la trame applicative PDU, la table de cache étant mise à jour grâce à des informations de routage provenant de la fonction émulation de routage résidant dans le module de gestion et en ce

5 qu'il consiste à transmettre une requête de mise à jour du cache au module de gestion si l'adresse IP recherchée ne s'y trouve pas ou si l'information en regard de cette adresse est trop ancienne.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui

10 représentent :

- la figure 1a, un schéma de principe d'un commutateur ATM selon l'art antérieur,
- la figure 1b, un schéma de principe d'un commutateur ATM à architecture répartie selon l'art antérieur,
- 15 - les figures 2a à 2f, des schémas illustrant des modes de communications entre usagers d'un réseau ATM,
- la figure 3a un exemple d'aiguillage d'une cellule ATM dans un commutateur lors d'une connexion point à multipoint,
- la figure 3b, un exemple de superposition de connexions point à
- 20 point ou point à multipoint dans une architecture LAN émulée,
- la figure 3c, un schéma de principe de routage entre ELANs,
- les figure 3d et 3e, une illustration du processus de court circuit dynamique mis en œuvre par l'invention,
- la figure 4, un exemple d'organisation d'un commutateur ATM
- 25 pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Le procédé selon l'invention permet de pallier l'inconvénient de l'art antérieur cité plus haut en ce qui concerne la charge trop importante de l'unité de gestion qui embarque un routeur virtuel de trames IP. Le procédé permet de réaliser à l'intérieur du commutateur ATM une véritable

30 décentralisation de la fonction de relais IP (IP forwarding en anglais) en limitant le rôle du routeur à sa fonction de calcul de routes déjà connue de l'art antérieur.

La figure 3c montre un cas où ce procédé est utilisable. Le routeur virtuel possède autant de modules LECs routeur que d'ELANs qu'il

35 connaît. Si l'utilisateur UA appartenant à l'ELAN A veut envoyer une trame IP à

destination d'un usager UB, il commence par utiliser les moyens de diffusion sur l'ELAN A (serveur de diffusion BUS). Si le routeur interne au commutateur a connaissance de l'existence de l'usager UB, le module LEC A de ce routeur, associé à l'ELAN A, se déclare comme destinataire de
5 toutes les trames IP à destination de l'usager UB. Par la suite l'usager UA établit et utilise sa connexion ATM directe avec le LEC A, selon le procédé habituel spécifié dans la norme LANE, pour émettre des trames à destination de l'usager UB. Selon l'art antérieur, les trames doivent remonter jusqu'au routeur interne du module de gestion, pour les relayer vers l'usager
10 UB en utilisant la connexion ATM directe qui existe entre le module LEC B et l'usager UB.

Le procédé suivant l'invention spécifie que pour toute trame applicative PDU arrivant sur une connexion directe concernant le module LEC A, le joncteur d'entrée examine sa première cellule et en extrait
15 l'adresse IP du destinataire. Il parcourt alors une table de cache mise à jour grâce à des informations de routage provenant du module de gestion, et y trouve en regard de l'adresse IP et de la voie logique entrante un couple (voie logique, direction sortante). La direction sortante est l'identifiant de la jonction brasseur concernée par la connexion directe entre le module LEC B
20 de l'usager UB. La voie logique est un index interne permettant de retrouver la voie logique de cette connexion grâce à un mécanisme de traduction de sortie qui sera décrit plus loin. Si le joncteur d'entrée ne trouve pas l'adresse IP recherchée dans la table de cache, il envoie une requête de mise à jour du cache au module de gestion. Les informations trouvées dans la table
25 servent alors à la traduction de l'en-tête ATM de chaque cellule de la trame PDU concernée. Ceci permet par un processus de traduction dynamique, la table de traduction étant modifiée potentiellement lors du passage de chaque trame PDU, d'établir ainsi un « court-circuit dynamique » entre deux connexions point à point comme schématisé sur la figure 3d.

30 Si la voie logique trouvée dans la table de traduction d'entrée était simplement la voie logique associée à la connexion directe entre le module LEC B et l'usager UB, il en résulterait un entrelacement entre les différentes PDUs envoyées simultanément par divers usagers des ELANs concernés vers le même usager UB de l'ELAN B.

Afin d'éviter cet inconvénient le procédé selon l'invention prévoit une double traduction. Pour cela, les joncteurs d'entrée et de sortie du commutateur sont munis de la façon représentée à la figure 4, où les éléments homologues à la figure 3c sont représentés avec les mêmes

5 références, de tables de traduction 9. Sur la figure 4, où seulement deux joncteurs d'entrée 7i et 7k et seulement un joncteur de sortie 7j sont représentés, les tables de traduction des joncteurs d'entrée 7i et 7k portent respectivement les références 9i et 9k et la table de traduction du joncteur de sortie 7j porte la référence 9j. Ces tables de traduction permettent dans

10 l'exemple représenté de connecter des usagers émetteurs UA_1 , UA_2 à des usagers destinataires UB et UC dont l'un UB figure un réseau local. Chaque cellule en provenance d'un usager émetteur adresse une table de traduction 9 par un couple de valeurs formé d'un numéro de voie logique et de l'adresse IP (IP_1 , IP_2 , ...) de l'usager destinataire. Le couple voie logique et

15 adresse IP est transformé par la table de traduction 9 en un couple de valeurs composées d'une valeur index VM et d'un numéro d'identifiant L_j d'un joncteur de sortie j concerné par la connexion directe entre le module LEC B de l'unité de gestion 4 et le LEC UB de l'usager destinataire. Dans l'exemple de la figure 4, la table de traduction 9i du joncteur 7i réalise la

20 traduction du couple ($V_{Li}(UA_1)$, IP_1) en un couple ($VM(UA_1, UB)$, L_j) où $V_{Li}(UA_1)$ est la voie logique associée dans le joncteur 7i à la connexion directe entre l'utilisateur UA_1 et le module LEC A du module de gestion 4, IP_1 est l'adresse IP de l'usager destinataire appartenant au réseau local UB, $VM(UX, UY)$ est un numéro d'index interne de connexion attribué à

25 chaque couple d'usagers (UX, UY) et L_j est l'identifiant de la jonction brasseur 7j concernée par la connexion directe entre le module LEC B et l'usager destinataire UB.

Egalement suivant ce même principe, l'exemple de la figure 4 montre un exemple de connexion entre un usager UA_2 et deux usagers destinataires ayant des adresses respectives IP_2 et IP_3 . Dans cet exemple,

30 des communications de UA_2 vers UB et de UA_2 vers UC sont réalisées chacune dans le joncteur 7k par les traductions respectives suivantes :

$$VL_k(UA_2, \text{IP}_2) \rightarrow (VM(UA_2, UB), L_j)$$

$$\text{et } VL_k(UA_2, \text{IP}_3) \rightarrow (VM(UA_2, UC), L_j)$$

12

Selon l'invention, chaque joncteur de sortie 7j dispose d'un grand nombre de files d'attente 11_n, tel qu'une de ces files, Fj (UX,UY), peut être attribuée univoquement à chaque couple (UX,UY) où UY est un usager dont la connexion directe entre lui-même et son LEC routeur LEC Y passe par le joncteur 7j. Une table de traduction de sortie 9j disposée dans chacun des joncteurs de sortie 7j réalise une traduction de sortie de la valeur de l'index VM (UX,UY) en un couple (VLj (UY), Fj (UX,UY)), où VLj (UY) est la voie logique associée dans le joncteur de sortie 7j à la connexion directe entre l'usager UY et le module LEC Y et Fj (UX,UY) est le numéro de la file d'attente du joncteur 7j attribué au couple (UX,UY).

L'index interne VM (UX,UY) doit permettre la traduction de sortie sur le joncteur 7j concerné par l'usager UY. Il n'est donc pas nécessaire que la fonction VM associant un index à chaque couple (UX,UY) soit univoque (injective) car la traduction de l'index est faite dans le contexte du joncteur j. Le nombre d'index nécessaires dans l'ensemble du commutateur est donc le maximum du nombre des files d'attente de sortie dans chacun des joncteurs. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire non plus que la fonction VM soit définie pour tout couple (UX,UY) car deux usagers quelconques UX et UY n'ont pas toujours besoin de dialoguer, ou ils peuvent parfois dialoguer sans passer par le routeur s'ils appartiennent au même ELAN. L'attribution des index et des files de sortie peut donc être faite dynamiquement, en fonction des besoins exprimés, par exemple en relation avec la mise à jour des caches de traduction d'entrée.

Enfin, un arbitre de sortie à la portée de l'homme de l'art, et donc non représenté, réalise l'extraction « en mode PDU » des cellules des files d'attente et leur transmission sur l'interface physique. Le fonctionnement « en mode PDU » signifie qu'une file d'attente n'est considérée comme prête à émettre que lorsqu'elle contient au moins une trame PDU complète et que l'arbitre n'extrait que des trames PDUs complètes.

ANNEXE BIBLIOGRAPHIQUE

Article :

- 5 [HYOJEONG] A simple and fast sheduler for input queued ATM switches, Hyojeong Song et al., HPC ASIA '97

Normes du Forum ATM :

- [AF TM4.0] Traffic Management Specification Version 4.0, ATM Forum, af-tm-0056.000
- 10 [AF SIG4.0] ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification Version 4.0, ATM Forum, af-sig-0061.000
- [AF PNNI1.0] Private Network Interface Specification Version 1.0, ATM Forum, af-pnni-0055.000
- 15 [AF IISP] Interim Interswitch Signaling Protocol, ATM Forum, af-pnni-0026.000
- [AF LANE] LAN Emulation Over ATM Version 1.0, ATM Forum, af-lane-0021.000
- [AF MPOA] Multiprotocol Over ATM Version 1.0, ATM Forum, af-mpoa-0087.000

REVENDICATIONS

1. Procédé de relayage de trames IP sous la forme de trames applicatives PDU au sein d'un commutateur ATM à architecture répartie et
5 mémorisation en sortie comportant un module de gestion et plusieurs joncteurs d'entrée (7i...7k) et de sortie (7j) disposant d'une fonction d'émulation de routage assurant le routage de trame IP entre les usagers de différents médias ELANs et représentée dans chacun de ces ELANs par son module LEC routeur caractérisé en ce qu'il consiste à déporter la fonction de
10 relayage de trame dans la couche ATM des joncteurs par l'examen de la première cellule de chaque trame applicative PDU parvenant à un joncteur d'entrée (7i...7k) pour en extraire l'adresse IP du destinataire, par la recherche dans une table de cache (9i...9k) du joncteur d'un couple (Voie logique, direction sortante) en regard de l'adresse IP concernée et de la voie
15 logique d'entrée et par l'utilisation de la traduction obtenue pour toutes les cellules de la trame applicative PDU, la table de cache (9i...9k) étant mise à jour grâce à des informations de routage provenant de la fonction émulation de routage résidant dans le module de gestion (4) et en ce qu'il consiste à transmettre une requête de mise à jour du cache (9i...9k) au module de
20 gestion (4) si l'adresse IP recherchée ne s'y trouve pas ou si l'information en regard de cette adresse est trop ancienne.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer une double traduction, une première traduction dans
25 chaque joncteur d'entrée (7i...7k) pour transformer le numéro de voie logique VLi (UX) entre l'utilisateur UX et le module LEC du routeur relatif à l'ELAN auquel l'utilisateur UX appartient et l'adresse IP du destinataire de chaque trame applicative provenant de l'utilisateur (UX) appliquée à l'entrée d'un joncteur (7i...7k) en un numéro d'index interne VM (UX,UY) et un numéro
30 d'identifiant Lj d'un joncteur de sortie (7j), une deuxième traduction dans chaque joncteur de sortie (7j) pour transformer le numéro d'index VM (UX,UY) en un numéro de voie logique VLi (UY) associée dans le joncteur de sortie (7j) à la connexion directe entre l'utilisateur UY et son module LEC routeur correspondant et un numéro de file d'attente du joncteur de
35 sortie (7j) attribué au couple (UX,UY).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à attribuer dans chaque joncteur de sortie (7j) une file d'attente (11_n) pour chaque couple d'utilisateur, dont le deuxième est rattaché au
5 joncteur considéré, c'est-à-dire que la connexion directe entre lui-même et le module LEC routeur correspondant passe par ce joncteur,
- à attribuer dynamiquement les index internes et les files d'attente de sortie (11_n) en relation avec la mise à jour des caches (9i...9k) de traduction d'entrée,
- 10 - et à utiliser un mode d'arbitrage en mode PDU entre les différentes files d'attente pour assurer la transmission des cellules sans entrelacement des trames PDUs.

1/5

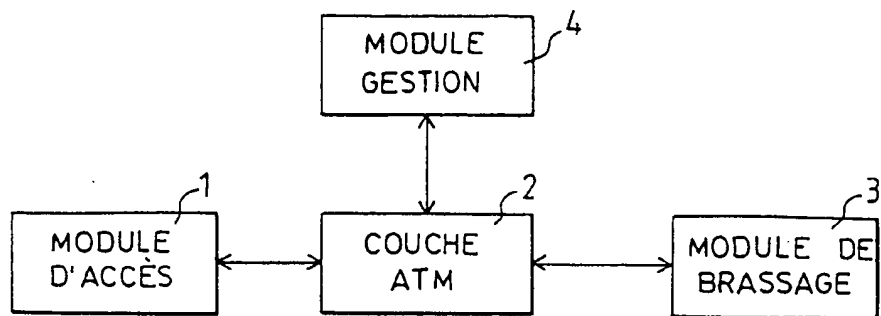


FIG.1a

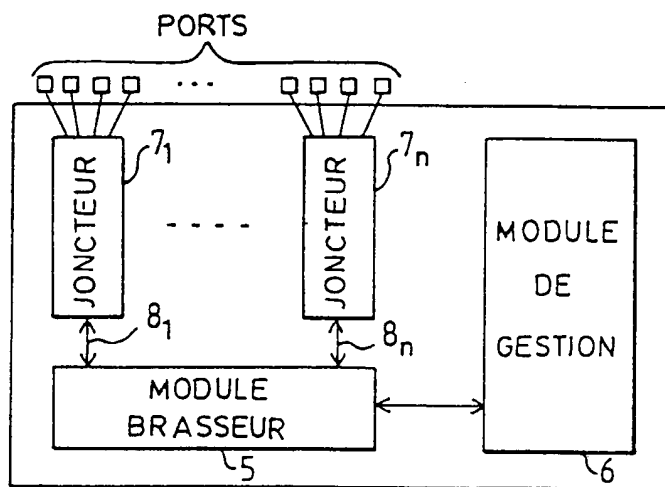


FIG.1b

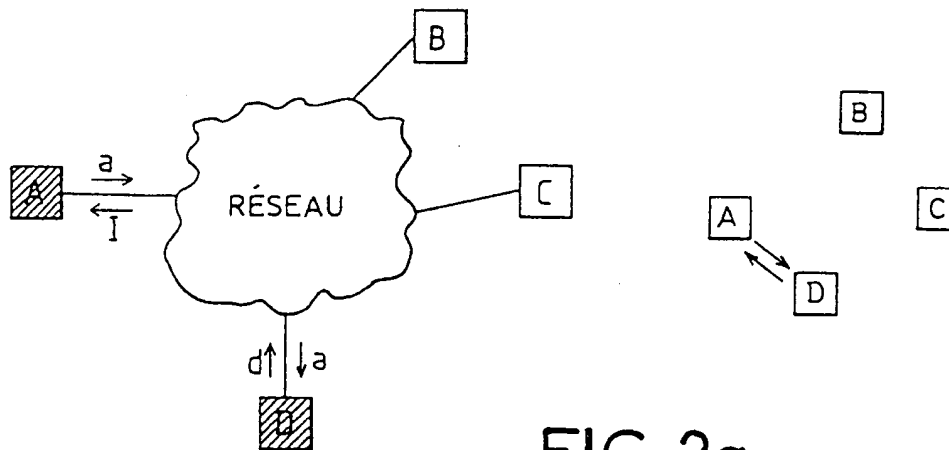
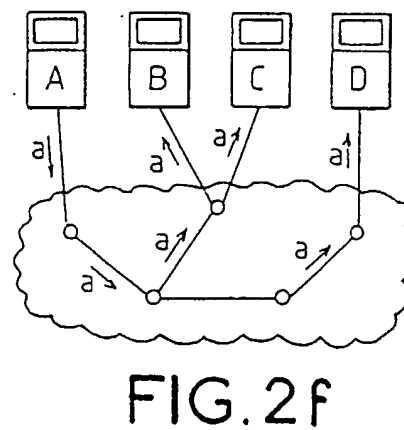
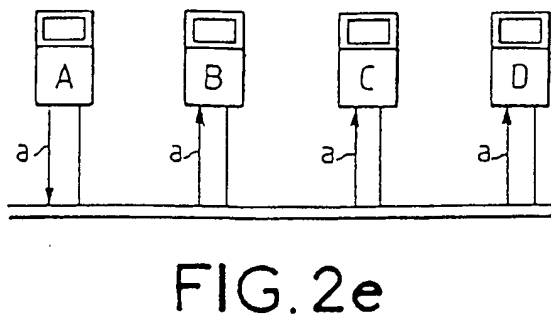
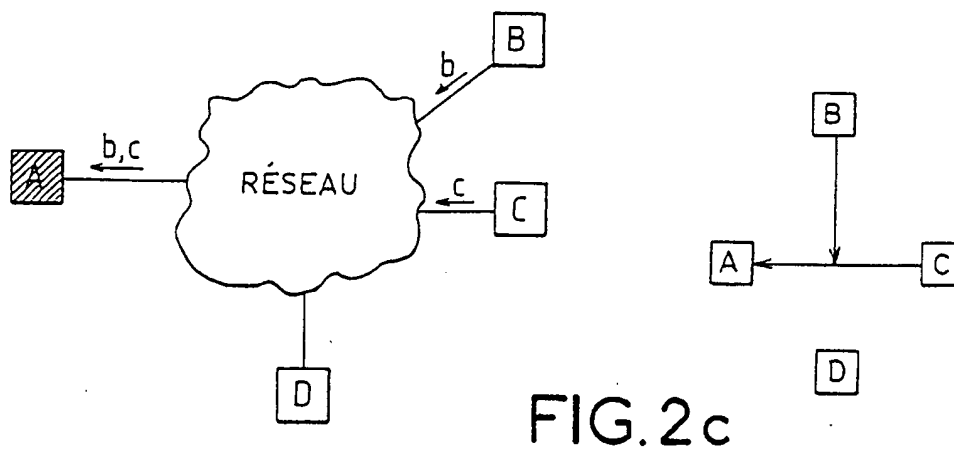
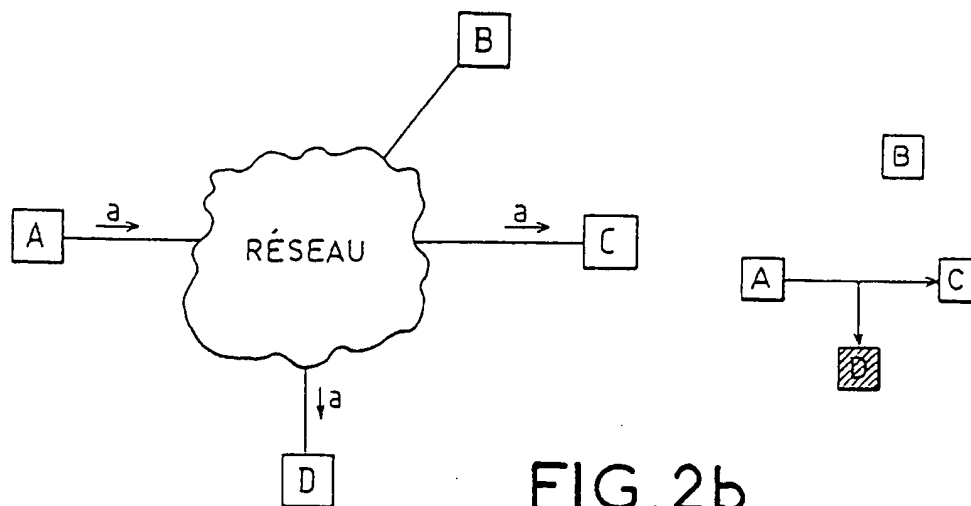


FIG.2a

2/5



3/5

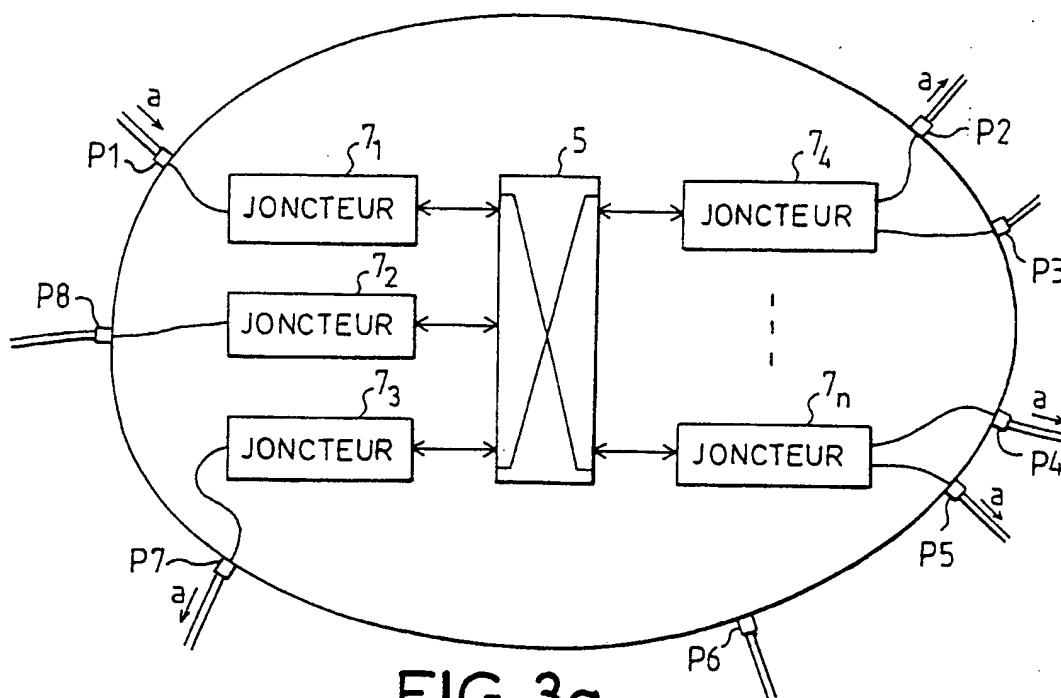


FIG. 3a

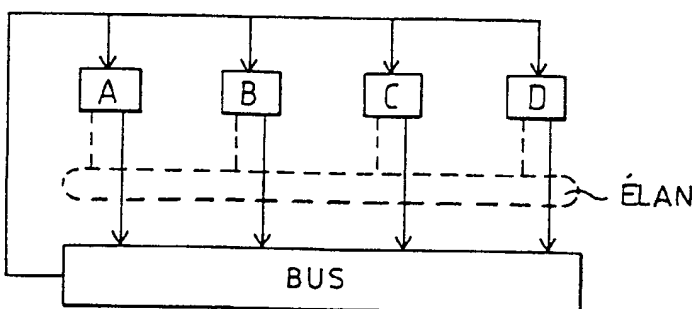


FIG. 3b

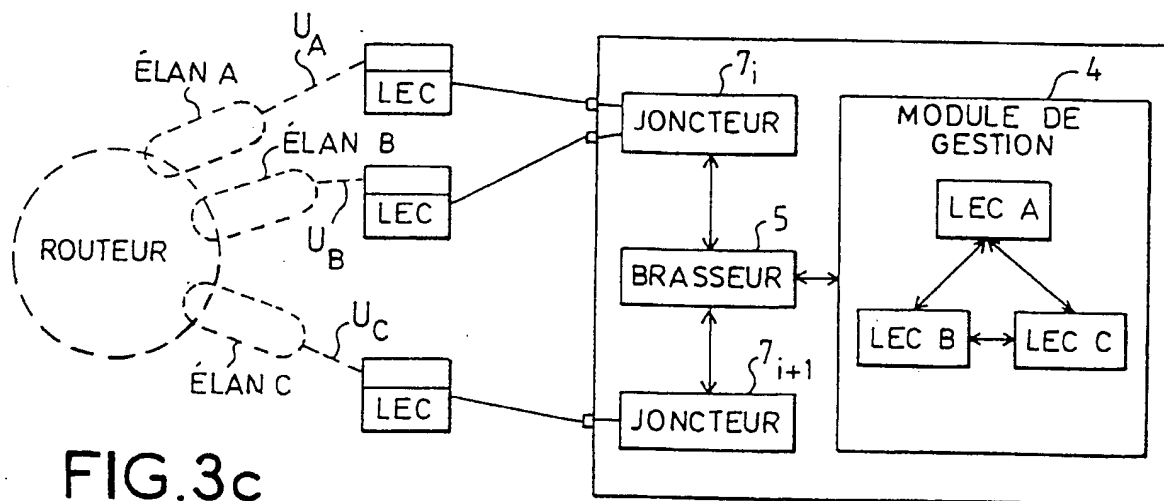


FIG. 3c

4/5

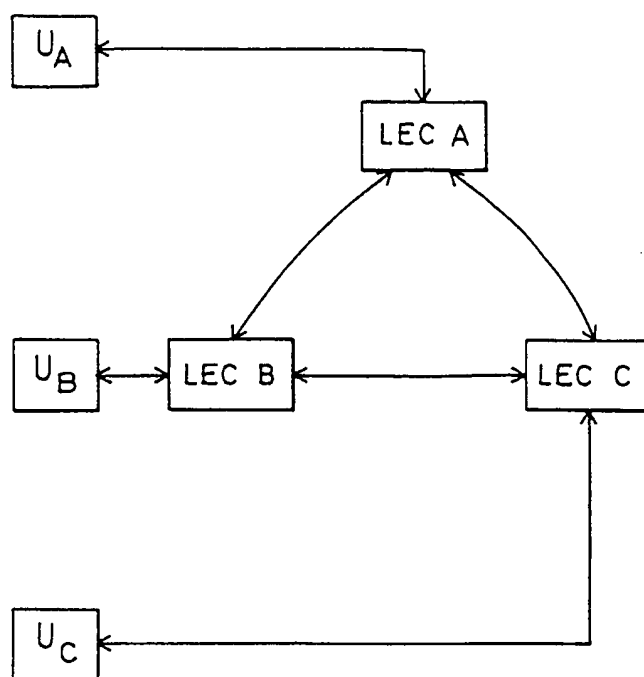


FIG. 3d

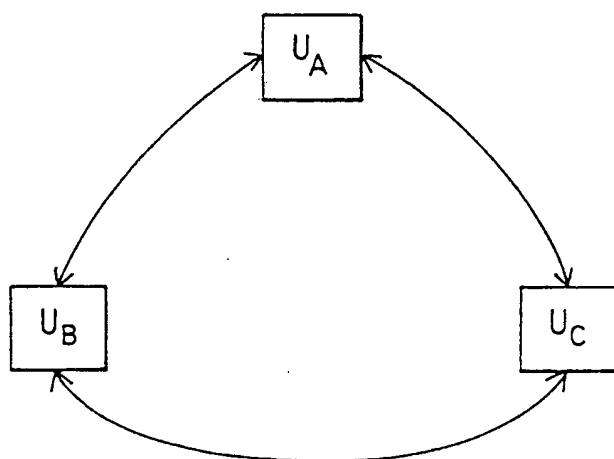


FIG. 3e

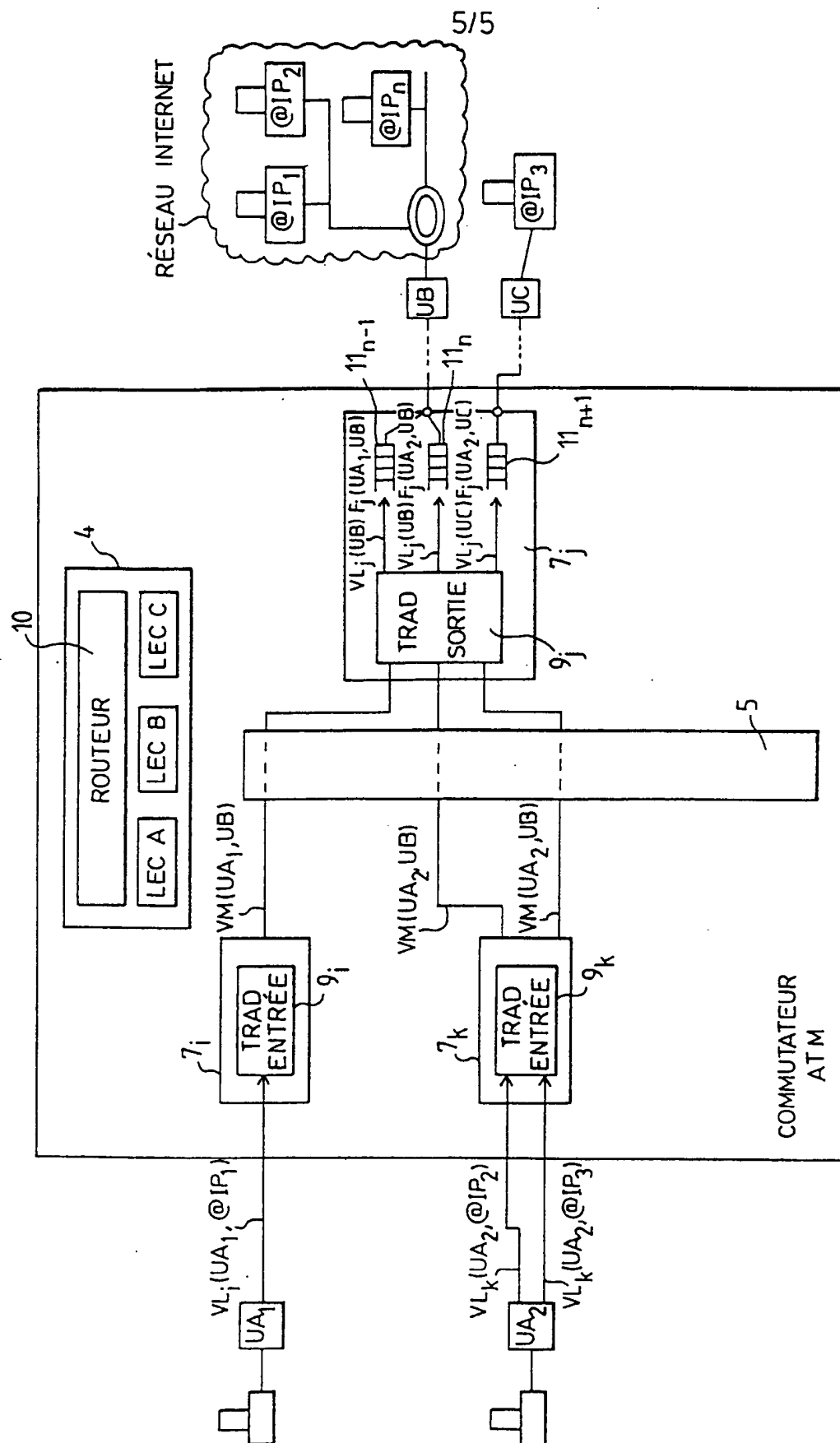


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H04L12/56 H04L12/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SCHRODI K J ET AL: "INTEGRATION OF IP PACKET FORWARDING IN AN ATM SWITCH" ISS '97. WORLD TELECOMMUNICATIONS CONGRESS. (INTERNATIONAL SWITCHIN SYMPOSIUM), GLOBAL NETWORK EVOLUTION: CONVERGENCE OR COLLISION? TORONTO, SEPT. 21 - 26, 1997, vol. 1, 21 September 1997, pages 247-254, XP000720530 ABE S ET AL see paragraph 4.4 - paragraph 4.5 ---	1
A	EP 0 597 487 A (NIPPON ELECTRIC CO) 18 May 1994 see column 4, line 17-34 see column 7, line 40-54 --- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 March 1999

Date of mailing of the international search report

17/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Dhondt, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02458

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>"MPOA TIES IT ALL TOGETHER"</p> <p>DATA COMMUNICATIONS, vol. 25, no. 5, 1 April 1996, pages 120-124, 126, XP000582664 see page 124, middle column, line 34-38 see page 124, right-hand column, line 39 - page 126, left-hand column, line 6</p> <p>---</p>	1
A	<p>DEBANJAN SAHA ET AL: "A DESIGN FOR IMPLEMENTATION OF THE INTERNET PROTOCOL IN A LOCAL ATMNETWORK" SERVING HUMANITY THROUGH COMMUNICATIONS. SUPERCOM/ICC, NEW ORLEANS, MAY 1 - 5, 1994, vol. 3, 1 May 1994, pages 1326-1330, XP000438713 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS see paragraph 4</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02458

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0597487 A	18-05-1994	JP 6152634 A	31-05-1994
		JP 7107990 B	15-11-1995
		AU 664494 B	16-11-1995
		AU 5060193 A	26-05-1994
		US 5452296 A	19-09-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar nternationale No

PCT/FR 98/02458

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04L12/56 H04L12/46

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	SCHRODI K J ET AL: "INTEGRATION OF IP PACKET FORWARDING IN AN ATM SWITCH" ISS '97. WORLD TELECOMMUNICATIONS CONGRESS. (INTERNATIONAL SWITCHIN SYMPOSIUM), GLOBAL NETWORK EVOLUTION: CONVERGENCE OR COLLISION? TORONTO, SEPT. 21 - 26, 1997, vol. 1, 21 septembre 1997, pages 247-254, XP000720530 ABE S ET AL voir alinéa 4.4 - alinéa 4.5 ---	1
A	EP 0 597 487 A (NIPPON ELECTRIC CO) 18 mai 1994 voir colonne 4, ligne 17-34 voir colonne 7, ligne 40-54 ---	1
-/--		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

3 mars 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/03/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dhondt, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar nternationale No

PCT/FR 98/02458

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>"MPOA TIES IT ALL TOGETHER"</p> <p>DATA COMMUNICATIONS,</p> <p>vol. 25, no. 5, 1 avril 1996, pages</p> <p>120-124, 126, XP000582664</p> <p>voir page 124, colonne du milieu, ligne</p> <p>34-38</p> <p>voir page 124, colonne de droite, ligne 39</p> <p>- page 126, colonne de gauche, ligne 6</p> <p>----</p>	1
A	<p>DEBANJAN SAHA ET AL: "A DESIGN FOR</p> <p>IMPLEMENTATION OF THE INTERNET PROTOCOL IN</p> <p>A LOCAL ATMNETWORK"</p> <p>SERVING HUMANITY THROUGH COMMUNICATIONS.</p> <p>SUPERCOM/ICC, NEW ORLEANS, MAY 1 - 5,</p> <p>1994,</p> <p>vol. 3, 1 mai 1994, pages 1326-1330,</p> <p>XP000438713</p> <p>INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS</p> <p>ENGINEERS</p> <p>voir alinéa 4</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 98/02458

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0597487 A	18-05-1994	JP 6152634 A	31-05-1994
		JP 7107990 B	15-11-1995
		AU 664494 B	16-11-1995
		AU 5060193 A	26-05-1994
		US 5452296 A	19-09-1995
